

# Guía de diseño para la infraestructura verde



## Contenido

|  |   |
|--|---|
| <i>Recomendaciones de diseño</i> .....                     | 5 |
| <i>Vegetación adecuada</i> .....                           | 6 |
| <i>Criterios de diseño</i> .....                           | 6 |
| <i>Derechos de Vía</i> .....                               | 6 |
| <i>Pavimentos permeables</i> .....                         | 7 |
| <i>Banquetas permeables</i> .....                          | 7 |
| <i>Diseño en calles</i> .....                              | 7 |
| <i>Escurrimientos de agua en techos de edificios</i> ..... | 8 |
| <i>Aprovechamiento de agua en jardines</i> .....           | 8 |
| <i>Bibliografía</i> .....                                  | 9 |



## Recomendaciones de diseño

Como parte de la política de desarrollo ambiental, a continuación se presentan algunas recomendaciones de diseño con esquemas de infraestructura verde. Se podrá encontrar información sobre: sitios, vegetación adecuada, criterios de diseño, derechos de vía, pavimentos, banquetas, entre otros. Es importante recordar que, al diseñar las áreas públicas o exteriores es posible mimetizar los procesos naturales y obtener un servicio público a un costo marginal y económico.

### Infraestructura verde

Son los métodos de diseño constructivos que utilizan sistemas vivos o naturales, como el uso de plantas y el suelo, que conllevan una serie de beneficios como: limpiar e infiltrar el agua, crear hábitats y ecosistemas naturales, enfriar y crear más sombra en las calles, entre otros. Con estos diseños es posible controlar de una manera más eficiente el agua de lluvia en comparación de los sistemas tradicionales de infraestructura gris, por ejemplo el drenaje pluvial. Este tipo de diseño ofrece distintos beneficios y ventajas como:

| <b>Cuadro 1: Beneficios de utilizar elementos de infraestructura verde</b>                           |   |   |
|--|---|---|
| Mejora el clima urbano y reduce el efecto isla de calor  | Aumenta el valor del suelo  | Reduce el gasto en salud pública  |
| Ahorro de energía para climatizar  | Fomenta valores culturales y comunitarios, promoción de actividades económicas, turísticas                        | Reducción del gasto en manejo y control del agua pluvial  |
| Disminuye gases efecto invernadero y partículas nocivas suspendidas en el aire.                      | Al aumentar la eficiencia del manejo del agua pluvial y su infiltración se reduce también el riesgo de inundación | Reducción de climatización en edificios particulares  |
| Absorbe el ruido, recarga acuíferos, reduce la erosión del suelo                                     | Aumenta la calidad de vida  | Infraestructura, Equipamiento, Urbano y Medio Ambiente y Programas de Organismos Descentralizados |
| Mejora la biodiversidad  | Mejora la salud física y mental de la comunidad   |   |
| Fuente: City of Tucson, Arizona 2013; Córdova 2015; Vancouver 2012; Watershed Management Group 2013. |   |   |

Los sitios más eficientes son los que tienen mayor escorrentía y las zonas susceptibles a inundación. También en aquellos donde los beneficios a la comunidad se multipliquen como por ejemplo: proveer sombra en vialidades, banquetas, camellones y finalmente sitios en donde la vegetación no compita por recursos con otra.

### **Vegetación adecuada**

Se recomienda que la vegetación seleccionada sea nativa de la región o adaptada a ella, resistente a la sequía, que utilice un mínimo consumo de agua de tal forma que no se necesite riego más que el provisto por el agua pluvial y que solo en casos extremos de sequía pueda requerir agua tratada de la ciudad. Consultar la paleta vegetal en: [www.imip.org.mx](http://www.imip.org.mx). Los diseños pueden variar en las diferentes propuestas de infraestructuras verdes presentadas por un desarrollador, pero algunos principios son comunes:

Se debe aprovechar al máximo el agua de lluvia, evitar el estancamiento y permitir que fluya hacia otras áreas verdes, para esto la infraestructura verde deberá estar deprimida por debajo del nivel donde corre el agua, mínimo 20 cm libres de altura, adecuadas para almacenar agua, controlar sedimentos y la erosión, infiltrar el agua y evitar la reproducción de plagas como mosquitos.

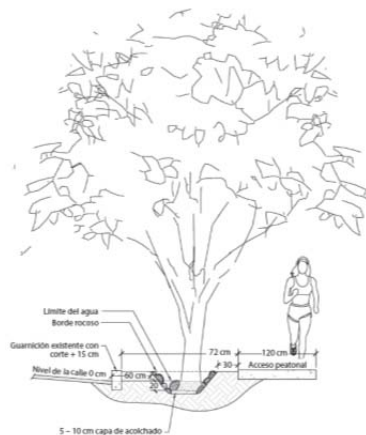
### **Criterios de diseño**

Todas las instalaciones de infraestructura verde deberán permitir el paso libre del agua pluvial y escorrentía. Se realizarán cortes en la guarnición en banquetas, camellones o glorietas de 45 a 60 cm de ancho, con cortes a 45° y pendiente hacia la zona de captación. Tendrán un acolchado para proteger de la erosión de aire y agua, de material vegetal o de gravilla para dirigir el agua, controlar sedimentos y proteger de erosión. Con el propósito de mejorar a futuro las condiciones de la ciudad, es importante que toda nueva obra de construcción o reconstrucción de calles públicas y obras de urbanización residencial y comercial, de drenaje pluvial incluyan los elementos de diseño de la infraestructura pluvial. Las áreas verdes de predios comerciales deberán satisfacer 50% de su necesidad de agua para riego con agua de la línea morada, o con agua de lluvia a través de infraestructura verde o almacenamiento. Para este punto se tendrá que hacer un análisis de la vegetación propuesta en las áreas verdes y su requerimiento de agua anual.

### **Derechos de Vía**

La escorrentía deberá ser dirigida en las calles y banquetas hacia la infraestructura verde en banquetas, camellones, parques, antes de dirigirla a sistemas de drenaje. La infraestructura verde deberá diseñarse para aprovechar al máximo el agua captada, distribuirla por todo su sistema e infiltrarla al subsuelo. Las áreas verdes tendrán la capacidad de retener al menos la primera pulgada (1") de agua pluvial del total del área a desarrollar, así como de las calles y

**Imagen 1: Diseño en calles con elementos de infraestructura verde.**



Fuente: Watershed Management Group 2014.

**Imagen 2: Ejemplo de diseño para el infiltrado del agua en estacionamientos**



Fuente: City of Tucson, Arizona 2015.

derechos de vía en su vecindad, sin contar el agua de los predios circundantes. En sitios donde el punto anterior no sea posible dadas las características físicas del mismo (demostrable), la infraestructura verde se tendrá que establecer dentro de toda el área verde. La infraestructura verde deberá diseñarse para infiltrar el agua y vaciarse en un máximo de 24 horas después de la última lluvia.

### ***Pavimentos permeables***

Un porcentaje de las superficies de estacionamientos de desarrollos comerciales será de material permeable como hidrocreto, adoquines, adopasto o zampeado de piedra. En los estacionamientos de desarrollos comerciales de grandes dimensiones deben diseñarse con infraestructura verde en su interior, de modo que al menos 50% de su espacio esté sombreado por árboles, y todas sus banquetas circundantes deberán contener al menos un árbol por cada cuatro cajones de estacionamiento dentro de una infraestructura verde. En las zonas dentro del estacionamiento que no sean utilizadas o prohibitivas para los automóviles, quedando en su defecto como zonas sin uso, utilizar infraestructura verde para generar un área verde autosustentable. En los desarrollos habitacionales, donde las vialidades sean destinadas para transporte ligero deberán construirse de material permeable.

### ***Banquetas permeables***

Los fraccionamientos autorizados deberán contar con banquetas y andadores peatonales que incorporen material permeable, o en su lugar un diseño que permita la infiltración de agua al subsuelo, el cual se contemplará independiente del área jardinada que contenga. Los fraccionamientos residenciales deberán implementar un sistema de infraestructura verde en sus banquetas con las características de esta sección, dejando de lado el derecho de vía del estacionamiento de cada vivienda, el restante de banqueta deberá contener un área verde de mínimo 0.80 m de ancho contigua a la guarnición, dejando un mínimo de 1.20 m de andador peatonal entre dicha área verde y el paramento de la vivienda. En zonas de alta frecuencia de inundación considerar medidas y acolchados que ayuden a disminuir la erosión provocada por el agua.

### ***Diseño en calles***

En banquetas contiguas a calles públicas, deberán establecerse áreas jardinadas, separadas por la guarnición, la cual tendrá un corte de máximo 60 cm de longitud con ángulos a 45°, la fosa de irrigación tendrá dos cortes en la guarnición, uno para entrada del agua, y otro de salida de manera que siga la corriente una vez que alcance su máxima capacidad. Si la banqueta es extensa en longitud se podrán crear instalaciones de infraestructura verde a lo largo de toda la banqueta, considerando varios cortes como los mencionados en el punto anterior, espaciados entre sí a una distancia de 6 m, y a una distancia de las esquinas de 2 m.

En las banquetas públicas y camellones, los árboles deberán ser podados dejando una altura libre de 2.10 m de la calle al nivel inferior de la copa, para permitir la visibilidad, no estorbar en los derechos de vía, y fomentar que los árboles tengan un crecimiento vertical y no horizontal. En los salientes de la calle, creados como desaceleradores de velocidad en calles locales, serán diseñados para contener una infraestructura verde, nivel por debajo de la calle (20 cm), cortes en guarnición para permitir el flujo de agua pluvial, considerando dentro de ellas otros elementos como derecho de vía de ciclistas, de igual forma que en camellones y

***Imagen 3: Ejemplo del diseño en banquetas con elementos de infraestructura verde***



Fuente: City of Tucson, Arizona 2015.

banquetas la vegetación arbórea deberá ser podada 2.10 m del nivel de calle al nivel inferior de la copa para permitir la visibilidad.

Los camellones deberán contener dentro de sí infraestructura verde independientemente de sus dimensiones. Se deberá aprovechar la escorrentía de las calles e infiltrarla dentro del camellón por medio de cortes en la guarnición, en camellones extensos se realizarán diversos cortes. El área verde del camellón deberá estar deprimida por debajo del nivel de la calle (20 cm) y se propondrán tanto arbustos como árboles nativos dependiendo de la dimensión del camellón. En camellones que sean de dimensiones menores y no sea posible el uso de árboles se instalarán arbustos y/o plantas enredaderas junto a celosías para crear estructuras verdes verticales a una altura máxima de 0.60 m. Las copas de los árboles deberán estar a una altura mínima de 2.10 m. En los camellones que su dimensión lo permita se podrán instalar andadores peatonales, con una inclinación de los mismos hacia el área verde. En las glorietas deberán estar deprimidas en su totalidad al menos 20 cm, su guarnición contendrá cortes en las secciones de mayor escorrentía, cubiertas de árboles y arbustos nativos. En zonas de alta frecuencia de inundación considerar medidas y acolchados que ayuden a disminuir la erosión provocada por el agua.

### ***Escurrimientos de agua en techos de edificios***

Almacenar la escorrentía de techos de edificios en tanques cisternas para su aprovechamiento en el riego de áreas verdes. Las canaletas y sistemas de dren de agua de los edificios podrán estar desconectadas del sistema de drenaje pluvial o de cisternas siempre y cuando la descarga de agua se realice en un área verde diseñada con el concepto de infraestructura verde. Los techos de edificios públicos existentes deberán contener un porcentaje de su superficie dedicado a establecer techos verdes con vegetación nativa, simulando un ecosistema natural autosustentable. Los desarrollos habitacionales de nueva creación deberán contar con una estrategia para que las viviendas tengan los elementos necesarios para que sea posible instalar techos verdes, ejemplo: losa de azotea estructurada con la capacidad de carga suficiente para soportar un techo verde.

### ***Aprovechamiento de agua en jardines***

En jardines de edificios públicos contiguos a la calle o al estacionamiento, se diseñarán bajo el nivel de la rasante de la calle (20 cm), y la guarnición deberá tener un corte de máximo 60 cm de longitud con ángulos a 45° que permita la infiltración de agua. En áreas jardinadas que no estén inmediatamente contiguas a una calle, las banquetas deberán dirigir el agua pluvial a los jardines, los cuales deberán estar a un nivel inferior. Los pozos de absorción de conjuntos residenciales deberán ofrecer diseños con soluciones de infraestructura verde para aprovechar una parte del agua que termina en ellos, por ejemplo: aprovechar sus paredes con diseños tipo talud-tablero u otros, y generar microclimas benéficos para los habitantes de dichas zonas.



## ***Bibliografía***

- City of Tucson, Arizona. *Green Streets*. Tucson: City of Tucson: Department of transportation, Engineering Division, 2013.
- . *Landscape design guidelines*. Tucson: City of Tucson, Engineering Division, 2011.
- . *Water Harvesting Guidance Manual*. Tucson: City of Tucson, Department of Transportation, Stormwater Management Section, 2005.
- Córdova, Ana. "Introducción a la Infraestructura Verde y oportunidades turísticas en Ciudad Juárez." *Seminario: "La infraestructura verde y el manejo de las aguas pluviales como detonadores del desarrollo económico y turístico"*. Ciudad Juárez: COCEF, 2015.
- Vancouver, City of. *Greenest city 2020*. Vancouver: City of Vancouver, 2012.
- Watershed Management Group. "A Watershed Moment." *A newsletter of Watershed Management Group*, Fall 2013: 16.
- . *Infraestructura Verde para Comunidades del Desierto Sonorense*. Tucson: Watershed Management Group, 2014.
- Watershed Management Group. *Overview: A Green Streets Policy for the City of Tucson*. Tucson: Watershed Management Group, s/f.